

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE  
AND TECHNOLOGY

Nazwa modułu zajęć:	Poznanwanie Wszechświata				
Rok akademicki:	2019/2020	Kod:	AMAT-2-221-MO-s	Punkty ECTS:	2
Wydział:	Matematyki Stosowanej				
Kierunek:	Matematyka	Specjalność:	Matematyka obliczeniowa i komputerowa		
Poziom studiów:	Studia II stopnia	Forma studiów:	Stacjonarne		
Język wykładowy:	Polski	Profil:	Ogólnoakademicki (A)	Semestr:	2
Strona www:	—				
Prowadzący moduł:	dr Płazak Tomasz (plazak@agh.edu.pl)				

### Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się dla modułu zajęć

Wykład poświęcony jest elementom kosmologii.

### Opis efektów uczenia się dla modułu zajęć

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrafi/jest gotów do	Powiązania z KEU	Sposób weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta w ramach poszczególnych form zajęć i dla całego modułu zajęć
Wiedza: zna i rozumie			
M_W001	Wie jak powstawały kosmologiczne modele wszechświata - newtonowski a potem relatywistyczne - w oparciu o rozwój matematycznego opisu rzeczywistości fizycznej (w szczególności metodami geometrii różniczkowej)	MAT2A_W04	Aktywność na zajęciach
M_W002	Wie jak postępował rozwój poznawania form materii wszechświata oraz ich dziejowej ewolucji - dzięki wykorzystaniu coraz bardziej precyzyjnych metod obliczeniowych	MAT2A_W04	Aktywność na zajęciach
Umiejętności: potrafi			

M_U001	Umie zastosować wiedzę matematyczną do rozwiązywania zagadnień struktury wszechświata, jego Początku oraz procesów w nim zachodzących	MAT2A_U02, MAT2A_U01	Aktywność na zajęciach
M_U002	Umie rozpoznać znane mu struktury matematyczne w konkretnych teoriach fizycznych opisujących wszechświat	MAT2A_U17	Aktywność na zajęciach
Kompetencje społeczne: jest gotów do			
M_K001	Potrafi w sposób popularny lecz ilościowy i odpowiedzialny objaśnić główne cechy wszechświata oraz fundamentalne prawa materii - wskazując na węzłową rolę matematyki na drogach poznania	MAT2A_K05	Aktywność na zajęciach
M_K002	Potrafi formułować pytania i wskazać ograniczenia poznawcze przedstawić zmiany paradygmatu naukowego oraz powiązać tak zdobyte jak i otwarte kwestie nauki ze spojrzeniem filozoficznym i egzystencjalnymi problemami człowieka	MAT2A_K02, MAT2A_K01	Aktywność na zajęciach

### Liczba godzin zajęć w ramach poszczególnych form zajęć

Suma	Forma zajęć dydaktycznych										
	Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
30	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

### Matryca kierunkowych efektów uczenia się w odniesieniu do form zajęć i sposobu zaliczenia, które pozwalają na ich uzyskanie

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrafi/jest gotów do	Forma zajęć dydaktycznych										
		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
Wiedza: zna i rozumie												

M_W001	Wie jak powstawały kosmologiczne modele wszechświata - newtonowski a potem relatywistyczne - w oparciu o rozwój matematycznego opisu rzeczywistości fizycznej (w szczególności metodami geometrii różniczkowej)	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W002	Wie jak postępował rozwój poznawania form materii wszechświata oraz ich dziejowej ewolucji - dzięki wykorzystaniu coraz bardziej precyzyjnych metod obliczeniowych	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Umiejętności: potrafi												
M_U001	Umie zastosować wiedzę matematyczną do rozwiązywania zagadnień struktury wszechświata, jego Początku oraz procesów w nim zachodzących	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U002	Umie rozpoznać znane mu struktury matematyczne w konkretnych teoriach fizycznych opisujących wszechświat	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kompetencje społeczne: jest gotów do												
M_K001	Potrafi w sposób popularny lecz ilościowy i odpowiedzialny objaśnić główne cechy wszechświata oraz fundamentalne prawa materii - wskazując na węzłową rolę matematyki na drogach poznania	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_K002	Potrafi formułować pytania i wskazać ograniczenia poznawcze przedstawić zmiany paradygmatu naukowego oraz powiązać tak zdobyte jak i otwarte kwestie nauki ze spojrzeniem filozoficznym i egzystencjalnymi problemami człowieka	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

## Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w zajęciach dydaktycznych/praktyka	30 godz
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	22 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	52 godz
Punkty ECTS za moduł	2 ECTS

## Pozostałe informacje

### Szczegółowe treści kształcenia w ramach poszczególnych form zajęć (szczegółowy program wykładów i pozostałych zajęć)

#### Wykład

##### Poznawanie wszechświata

1. Początki poznawania wszechświata i kłopot z jego istnieniem

Odwieczna tajemnica, przywilej naszego pokolenia (dlaczego przejrzelismy).

Kopernik i paralaksa, geniusz Newtona i jego "wszechświatowa" klęska. Zagadka ciemności nieba.

2. Wielkie odkrycia obserwacyjne XX wieku

Odkrywanie świata galaktyk. Zasada kosmologiczna

Red shift i prawo Hubble'a, idea Wielkiego Wybuchu i oszacowanie wieku wszechświata.

Pojęcie horyzontu jako kresu możliwości obserwacyjnych

Odkrycie promieniowania z początków wszechświata i zbadanie jego cech (rozkład Plancka, temperatura, izotropia). Czy Wielki Wybuch mógł być zdarzeniem lokalnym? Znow klęska intelektu

3. Ogólna Teoria Względności i powstanie kosmologii relatywistycznej

Od pewnika Euklidesa poprzez geometrie nieeuklidesowe do tensorów geometrii różniczkowej. Ilustracje geometrii zakrzywionych przestrzeni

Droga Einsteina: od Szczególnej do Ogólnej Teorii Względności. Co jest względne a co niezmiennicze (bezwzględne)? "Masy zakrzywiają czasoprzestrzeń". Równania OTW.

Jak otrzymuje się relatywistyczne modele wszechświata? Użyteczność zasady kosmologicznej. Pojęcie równania stanu

Stała kosmologiczna (?) i model wszechświata Einsteina, geometryczna ilustracja jego

cech. Promień (krzywizny) wszechświata a promień horyzontu

#### 4. Rozwój kosmologii: od "blamażu" (?) Einsteina do Ciemnej Materii

Równania i modele Friedmanna (trzy typy wszechświatów, decydująca rola gęstości, pojęcie gęstości krytycznej). Odkrycie dynamiczności (puchnięcia) samej przestrzeni i istnienia początku wszechświata. Ilustracje geometryczne

Początkowa i późniejsza reakcja Einsteina ("największy blamaż mojego życia"). Prędkość puchnięcia a prawo Hubble'a (kwestia  $v > c$  ?), kosmologiczny sens redshiftu "z", kwestia numerowania przeszłości przez "z" i przez czas "t"

Kwestia wieku wszechświata (za krótki?). Zapomniany model Lemaitre'a i jego cechy. Możliwe (?) inne modele relatywistyczne (model Gödela)

Pomiarowe badania typu naszego wszechświata. Wyznaczenie wartości stałej Hubble'a i gęstości krytycznej (rola teleskopu Hubble). Trudności wyznaczania gęstości materii we wszechświecie i uzyskane wartości dla materii świecącej - wnioski kosmologiczne?

Niespodziewane doniosłe odkrycie: krzywe rotacji poszczególnych galaktyk oraz twierdzenie o wirale dla ich gromad wskazują na znacznie (!) większe ilości materii nieświecącej niż spodziewane - czy Ciemna Materia dominuje wszechświat?

#### 5. Ewolucja materii: odkrycie er wszechświata, powstawanie atomów i ich jąder, wszechświat cząstek elementarnych (poznawczy marsz wstecz czasu do Początku)

Problem ilości helu, teza o Gorącym Początku. Rozszerzanie i temperatura. Era promieniowania. Wcześniejsze ery: leptonowa, hadronowa, Plancka - kwestia "samego Początku"

Model wczesnego wszechświata, czasy trwania er. Powstawanie atomów, uwolnienie promieniowania relikтового, znaczenie jego badań

Sukcesy obliczania ilości helu i innych lekkich pierwiastków powstających w nukleosyntezie pierwotnej. Wielkie odkrycie i szok: większość dominującej wszechświat Ciemnej Materii nie może mieć postaci jakichkolwiek znanych nam cząstek (ma nieznaną naturę)!

"Ogniowa próba" kosmologii: czy fizycy wykryją w przyszłości (w CERN-ie itp.) jakiegokolwiek nowe rodzaje neutrin i innych cząstek fundamentalnych?

#### 6. Kosmologia ostatnich lat

Problemy dojrzałej kosmologii, teza o początkowej inflacji (gwałtownym nadęciu) wszechświata.

Supernowe Ia i niezwykle ważne odkrycie: wszechświat obecnie akceleruje a dominującą formą (70%!) zawartej w nim energii jest Ciemna Energia (różna od Ciemnej Materii!). Bilans energetyczny wszechświata zostaje domknięty a kosmologia uzyskuje pełną spójność

## 7. Człowiek wobec wszechświata

Zadziwiające zgodności i dopasowania liczbowe a możliwość powstania we wszechświecie życia – kwestia zasady antropicznej

Bieżący proces odkrywania planet przy odległych gwiazdach. Czy są szanse na napotkanie innych cywilizacji?

Czy istnieją inne niż nasz, niedostępne (?) nam wszechświaty (Multiverse obejmujący nasz Universe), jak może sugerować fizyka kwantowa “samego początku”? Czy z formami jakiegoś życia?

Tajemnica “matematyczności” (racjonalności) wkodowanej w nasz wszechświat. Znikomość (także materialna!) człowieka we wszechświecie – wielkość jego zdolności do zrozumienia tegoż wszechświata

### **Metody i techniki kształcenia:**

Wykład: Treści prezentowane na wykładzie są przekazywane w formie prezentacji multimedialnej w połączeniu z klasycznym wykładem tablicowym wzbogaconymi o pokazy odnoszące się do prezentowanych zagadnień.

### **Warunki i sposób zaliczenia poszczególnych form zajęć, w tym zasady zaliczeń poprawkowych, a także warunki dopuszczenia do egzaminu:**

Nie określono

### **Zasady udziału w poszczególnych zajęciach, ze wskazaniem, czy obecność studenta na zajęciach jest obowiązkowa:**

Wykład:

- Obecność obowiązkowa: Nie
- Zasady udziału w zajęciach: Studenci uczestniczą w zajęciach poznając kolejne treści nauczania zgodnie z sylabusem przedmiotu. Studenci winni na bieżąco zadawać pytania i wyjaśniać wątpliwości. Rejestracja audiowizualna wykładu wymaga zgody prowadzącego.

### **Sposób obliczania oceny końcowej**

Warunkiem ubiegania się o zaliczenie przedmiotu jest obecność na zajęciach oraz okazywana aktywność

### **Sposób i tryb wyrównywania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach:**

Nie określono

### **Wymagania wstępne i dodatkowe, z uwzględnieniem sekwencyjności modułów**

Nie podano wymagań wstępnych lub dodatkowych.

### **Zalecana literatura i pomoce naukowe**

- 1.A.Liddle “Introduction to Cosmology” (Second edition)
- 2.L.Sokołowski “Elementy kosmologii”

### **Publikacje naukowe osób prowadzących zajęcia związane z tematyką modułu**

Nie podano dodatkowych publikacji

**Informacje dodatkowe**

Brak